

Bài báo khoa học

Xây dựng bản đồ bốc thoát hơi nước độ phân giải cao cho tỉnh Sóc Trăng từ ảnh viễn thám Sentinel

Trương Văn Kịch¹, Trần Mạnh Cường^{2*}, Trần Thùy Nhung², Trần Anh Phương²,
Dương Hồng Sơn²

¹ Phân viện Khoa học Khí tượng, Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Viện Khoa học Khí tượng, Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Bộ Tài nguyên và Môi trường; kichsihymete@gmail.com

² Viện Khoa học tài nguyên nước, Bộ Tài nguyên và Môi trường; manhcuongkt11@gmail.com; tranthuyhung1990@gmail.com; phuongtran.monre@gmail.com; dhson.monre@gmail.com

*Tác giả liên hệ: manhcuongkt11@gmail.com; Tel.: +84-987986233

Ban Biên tập nhận bài: 5/7/2022; Ngày phản biện xong: 3/8/2022; Ngày đăng bài: 25/8/2022

Tóm tắt: Nghiên cứu này xây dựng bản đồ bốc thoát hơi nước từ các loại thảm phủ trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng bằng công nghệ viễn thám. Có bảy nhóm đối tượng thảm phủ khác nhau được phân loại dựa trên dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel 2 và công nghệ Google Earth Engine. Từ bản đồ lớp phủ này, lượng bốc thoát hơi nước toàn tỉnh được tính toán theo từng tháng cho mỗi nhóm đối tượng (lúa Đông Xuân, lúa Hè Thu, lúa Thu Đông, hoa màu, cây lâu năm-ăn quả, nuôi trồng thủy sản, mặt nước). Bản đồ cho thấy lượng bốc thoát hơi nước của vùng trồng lúa vụ Đông Xuân và Hè Thu cao hơn các vùng khác trong tỉnh, đặc biệt là trong thời kỳ cây lúa sinh trưởng. Vùng nuôi trồng thủy sản, vùng mặt nước (sông, kênh) có lượng nước bốc hơi khá cao. Tình trạng bốc thoát hơi nước này là cơ sở để điều chỉnh phân bổ nước tưới cho cây trồng, từ đó, người dân cũng như đơn vị quản lý có thể xây dựng kế hoạch trữ nước, chuyển đổi mục đích sử dụng đất khi có dự báo dài hạn về hạn hán, xâm nhập mặn xảy ra trong khu vực.

Từ khóa: Bốc thoát hơi nước; Công nghệ viễn thám; Bản đồ lớp phủ; Sóc Trăng.

1. Mở đầu

Nước là dạng tài nguyên đóng vai trò quan trọng, không chỉ đối với con người mà nó cũng là yếu tố thiết yếu với các sinh vật khác, trong đó có các loài thực vật. Trong quá trình con người khai thác và sử dụng, tài nguyên nước đang bị ảnh hưởng đáng kể bởi các hoạt động phát triển kinh tế, xã hội; không chỉ chất lượng suy giảm mà số lượng cũng hạn chế. Tại nhiều khu vực trên thế giới, nước ngọt dần khan hiếm, một số hồ nước đã biến mất, mực nước trong các túi nước ngầm hạ thấp khiến cho lượng nước cung cấp cho các nhu cầu sinh hoạt, sản xuất bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Diện tích đất được che phủ bởi các loài thực vật đang co hẹp lại khi mà nhiều cây trồng thiếu nước cùng với nhiệt độ tăng cao làm mức độ bốc thoát hơi nước càng lớn.

Sóc Trăng là tỉnh ven biển, tiếp giáp với phần cuối sông Hậu trước khi con sông này đổ ra biển, đây là vùng đất màu mỡ phì nhiêu sản xuất ra nhiều loại lúa gạo đặc sản nổi tiếng trong và ngoài nước. Tuy nhiên, trong nhiều năm qua, Sóc Trăng đang chịu ảnh hưởng không nhỏ từ hiện tượng xâm nhập mặn, thiếu nước ngọt trên các sông, kênh. Lượng nước ngọt trên sông Hậu đoạn qua Sóc Trăng hạ thấp khiến cho nước mặn xâm nhập sâu vào đất liền, lượng nước ngọt suy giảm, các loại cây trồng bị thiếu nước, nhiễm mặn dẫn đến giảm năng suất.

Việc xác định chi tiết lượng bốc thoát hơi nước cũng như nhu cầu nước cho từng khu vực nhỏ theo thời gian còn nhiều hạn chế.

Bốc thoát hơi nước đóng một vai trò rất quan trọng trong hệ sinh thái, kết nối các chu trình nước, carbon và năng lượng toàn cầu [1–2]. Đối với nhiều khu vực, lượng bốc thoát hơi nước được xem là yếu tố quan trọng trong quản lý nước cho các khu vực dân cư, trồng trọt. Thông tin chính xác về sự biến đổi theo không gian và thời gian của lượng bốc thoát hơi nước đóng một vai trò quan trọng trong quy hoạch, phát triển và quản lý tổng hợp tài nguyên nước, đặc biệt là trong các khu vực nông nghiệp [3]. Tỷ lệ thoát hơi nước của cây trồng rất quan trọng trong các lĩnh vực khác nhau của ngành nông nghiệp như để xác định tình trạng cây trồng bị căng thẳng, thiếu nước, để ước tính chính xác nhu cầu tiềm năng của cây trồng để có năng suất tốt nhất [4]. Nghiên cứu ước tính mức độ bốc thoát hơi nước ở các vùng khô hạn có ý nghĩa thực tiễn rất lớn. Thông qua số liệu này có thể phân tích tình trạng thừa, thiếu và hiệu quả sử dụng nước; điều này cho phép đưa ra các kế hoạch trữ nước, hướng dẫn trồng trọt các vụ mùa [5]. Để có thể lập kế hoạch tích trữ nước cho khu vực theo từng thời đoạn trong năm, việc xác định lượng bốc thoát hơi nước theo tháng giúp phân bổ lượng nước một cách chi tiết cho từng vùng là cần thiết. Vì vậy, việc tính toán lượng bốc thoát hơi nước là nội dung được chú trọng để tạo cơ sở đề xuất chiến lược quản lý tài nguyên nước, quản lý mùa vụ.

Tại Việt Nam, lượng bốc thoát hơi nước cho đến nay thường được tính toán dựa trên kết quả đo trực tiếp tại các trạm quan trắc khí tượng. Số lượng trạm đo lượng bốc thoát hơi nước ở Việt Nam còn hạn chế, vị trí trạm phân bố không đồng đều, công tác thu thập dữ liệu từ các trạm đo chưa được tự động hóa hoàn toàn. Bên cạnh đó, việc xác định lượng bốc thoát hơi nước chỉ được nội suy từ số liệu trạm đo, dẫn đến quá trình xây dựng bản đồ bốc thoát hơi nước cho từng đối tượng thảm phủ không đạt kết quả cao, cần thiết có phương pháp hiệu quả hơn. Cho đến nay, công nghệ viễn thám đã tham gia vào rất nhiều lĩnh vực khoa học cũng như đời sống xã hội. Cách tiếp cận là ước tính lượng bốc thoát hơi nước trên quy mô địa phương, khu vực và toàn cầu bằng cách kết hợp các thông số bề mặt thu được từ dữ liệu viễn thám với các biến khí tượng bề mặt và đặc điểm thảm thực vật [6]. Các kỹ thuật sử dụng thông tin viễn thám là rất cần thiết khi xử lý các quá trình không thể chỉ biểu diễn bằng thông số tại các điểm đo [7]. Việc thành lập bản đồ bốc thoát hơi nước hoàn toàn có thể được tiến hành dựa vào ảnh vệ tinh bao phủ toàn bộ tỉnh Sóc Trăng. Nghiên cứu này sử dụng công nghệ viễn thám xác định đối tượng thảm phủ, kết hợp với tính toán bốc thoát hơi nước tiềm năng mặt đất nhằm xác định lượng bốc thoát hơi nước cho tỉnh Sóc Trăng với độ chi tiết cao.

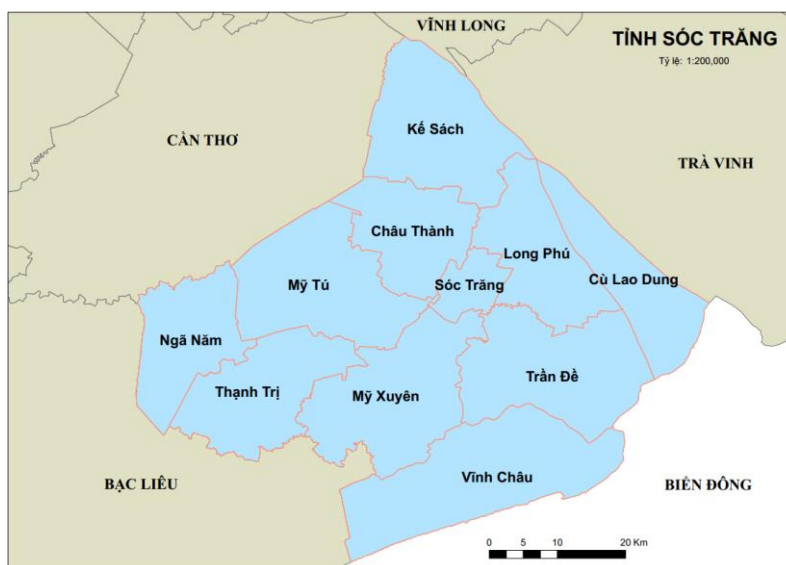
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Sóc Trăng là tỉnh ven biển, tiếp giáp với phần cuối sông Hậu trước khi con sông này đổ ra biển. Đường bờ biển dài 72 km với 3 cửa sông lớn là Định An, Trần Đề, Mỹ Thanh đổ ra biển Đông. Với địa hình đồng bằng và tương đối bằng phẳng, có dạng lòng chảo đổ từ phía biển vào trong, thấp dần ở phía Tây Bắc và phía Bắc, Sóc Trăng chịu tác động rõ rệt của thủy triều qua hệ thống các con sông và kênh rạch. Đặc biệt vào mùa khô, khi mực nước sông Mê Công xuống thấp, nguy cơ xâm nhập mặn vào hệ thống đồng ruộng là rất lớn [8].

Sóc Trăng nằm trong đới khí hậu nhiệt đới gió mùa, chịu tác động của khí hậu ven biển. Mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến tháng 10, mùa khô kéo dài từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Nhiệt độ trung bình hàng năm ở mức cao 26,8°C, lượng mưa trung bình năm 1864 mm, độ ẩm trung bình 83%. Với đặc điểm khí hậu nóng ẩm, mưa nhiều, Sóc Trăng có nhiều lợi thế phát triển trồng lúa và các cây lương thực [8].

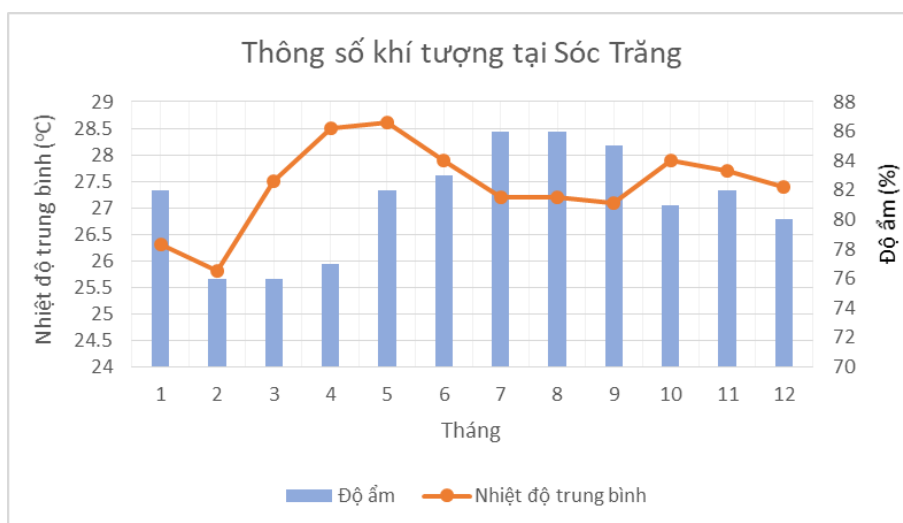
Diện tích trồng cây nông nghiệp chiếm khoảng 31% tổng diện tích tỉnh, lúa là cây trồng chủ đạo của tỉnh. Các loại hình cây ăn trái và hoa màu chiếm diện tích nhỏ, tập trung ở khu vực huyện Cù Lao Dung và huyện Kế Sách [8]. Với mũi nhọn phát triển ngành nông nghiệp, đặc biệt là cây lúa, việc phân bổ nước tưới và ngăn chặn xâm nhập mặn là hết sức cần thiết.



Hình 1. Vị trí tỉnh Sóc Trăng.

2.2. Dữ liệu nghiên cứu

Để xác định lượng bốc thoát hơi nước cho từng vùng khác nhau trên toàn tỉnh Sóc Trăng theo từng tháng trong năm 2018, nghiên cứu sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh, dữ liệu khí tượng để xác định bốc hơi nước mặt thoáng, bốc thoát nước cây trồng tham khảo (ET_o) và hệ số cây trồng K_c .



Hình 2. Nhiệt độ và độ ẩm theo tháng tại khu vực nghiên cứu.

Dữ liệu ảnh vệ tinh sử dụng trong nghiên cứu là các cảnh ảnh vệ tinh Sentinel 2 của cơ quan vũ trụ châu Âu (ESA). Phạm vi của các dải quang phổ giúp dữ liệu Sentinel 2 phù hợp với nhiều ứng dụng bao gồm nông nghiệp, lâm nghiệp, sử dụng đất/ phân tích độ che phủ; lập bản đồ rủi ro và thiên tai; các ứng dụng ven biển; truy xuất các biến số quan trọng của thảm thực vật như chỉ số diện tích lá, chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa, bức xạ hoạt động quang hợp, hàm lượng diệp lục của lá và hàm lượng nước trong lá [9].

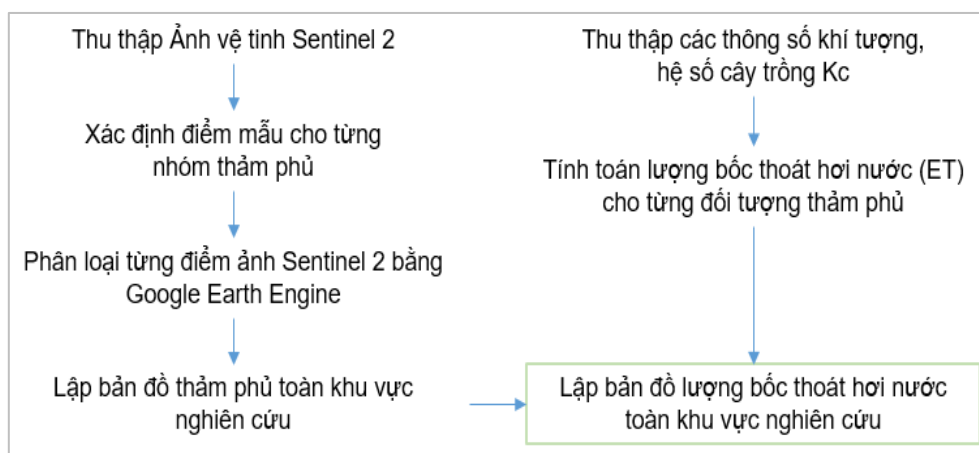
Các cảnh ảnh vệ tinh Sentinel được thu thập từ nguồn Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, level-2A. Nhóm nghiên cứu đã lựa chọn các cảnh ảnh trong các khoảng thời gian 1/1/2018–1/2/2018, 1/5/2018–1/6/2018 và 1/9/2018–1/10/2018 tương ứng là thời điểm tiến hành vụ Đông Xuân (tháng 11 – tháng 3), Hè Thu (tháng 4 – tháng 7) và Thu Đông (tháng 8 – tháng 10).

Dữ liệu thống kê khí tượng tại tỉnh Sóc Trăng theo niên giám thống kê (2018) nhằm xác định lượng bốc hơi mặt thoáng nước và bốc thoát hơi nước tiềm năng ET_0 .

Dữ liệu hệ số cây trồng K_c cho cây lúa theo từng tháng cho 3 vụ lúa (Đông Xuân, Hè Thu, Thu Đông), hoa màu và cây ăn trái được xác định bằng phương pháp kế thừa từ số liệu FAO. Hệ số K_c được thu thập cho cây lúa trong 3 vụ: Đông Xuân (K_c từ 0,03–0,08), Hè Thu (K_c từ 0,91–1,21) và Thu Đông (K_c từ 0,9–1,1). Với diện tích trồng cây hoa màu nhỏ, nghiên cứu chọn đại diện K_c của cây khoai lang với giá trị là 0,65. Tương tự, chọn cây dừa là cây ăn quả đại diện với giá trị K_c là 0,75 [10–11].

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình xây dựng bản đồ bốc thoát hơi nước gồm hai bước chính: (1) lập bản đồ thảm phủ khu vực nghiên cứu (bao gồm bảy loại thảm phủ) dựa trên ảnh vệ tinh Sentinel 2, (2) tính toán lượng bốc hơi nước cho từng đối tượng thảm phủ từ các thông số khí tượng địa phương.



Hình 3. Sơ đồ nghiên cứu.

2.3.1. Phân loại thảm phủ

Để tính toán lượng bốc thoát hơi nước đối với tỉnh Sóc Trăng, nhóm nghiên cứu đã tiến hành phân loại thảm phủ cho toàn bộ khu vực nghiên cứu, nhằm xác định các đối tượng thảm phủ gồm: lúa, cây lâu năm–ăn quả, hoa màu, đô thị, nuôi trồng thủy sản, mặt nước, đất trống.

Hình ảnh Sentinel 2 đã được xử lý sau khi thu nhận và đưa vào bộ dữ liệu có sẵn trên đám mây dữ liệu của Google. Dữ liệu ảnh được truy cập và thực hiện tính toán, xử lý thông qua công nghệ Google Earth Engine (GEE). Trong GEE, hàm phân loại “ee.Clusterer.wekaKMeans().train()” được sử dụng để đánh giá việc thay đổi lớp phủ đất trong khu vực nghiên cứu. Phương pháp phân loại này tìm thấy các điểm ảnh tương đồng về dữ liệu qua nhiều phép đo khác nhau và nhóm dữ liệu lại với nhau thành các lớp có các phép đo tương tự [12].

GEE phân tích và nhóm các điểm ảnh dựa trên sự giống nhau về phổ của chúng thành các lớp tương ứng với kết quả là một bản đồ phân loại. Thuật toán phân loại được lặp đi lặp lại, với các nhóm ban đầu được chọn ngẫu nhiên và sau đó được sửa đổi dần dần cho đến khi xảy ra ít thay đổi trong liên kết nhóm [13]. Một lợi thế của việc sử dụng phương pháp phân loại này là có thể tìm thấy các mẫu phân loại mà người dùng có thể không nhận thấy [14].

Quy trình của việc phân loại các điểm ảnh gồm các bước:

- Tập hợp các tính năng với thuộc tính số để xác định các nhóm thảm phủ.
- Khởi tạo trình phân nhóm, đặt các thông số phân loại.
- Đào tạo các điểm ảnh bằng cách sử dụng dữ liệu đào tạo.
- Áp dụng các điểm ảnh đào tạo cho toàn bộ khu vực nghiên cứu.
- Phân nhóm từng loại thảm phủ.

2.3.2. Tính toán lượng bốc hơi nước

Lượng bốc hơi mặt thoáng nước được tính toán bằng công thức thực nghiệm Poliacov:

$$E = 18,6 (1 + 0,2.w) d^{2/3} \quad (1)$$

Trong đó E là lượng bốc hơi tháng (mm/tháng); d là độ thiếu hụt lượng ẩm bão hòa bình quân tháng ($d = H-r$) (%); w là tốc độ gió trung bình tháng ở độ cao 8–10 m (m/s) [15].

Lượng bốc thoát hơi nước cây trồng (ET_c) được xác định dựa trên lượng bốc thoát hơi nước cây trồng tham khảo (ET_o), và hệ số cây trồng (K_c). Trong nghiên cứu này, ET_o được tính cho từng tháng, với đầu vào gồm các yếu tố nhiệt độ không khí cực đại, nhiệt độ không khí cực tiểu, tốc độ gió ở độ cao 2 m, độ ẩm không khí, số giờ nắng trung bình ngày. Nghiên cứu sử dụng phương pháp FAO Penman – Monteith để tính toán bốc thoát hơi nước cây trồng tham khảo với phương trình:

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (2)$$

Trong đó ET_o là lượng bốc thoát hơi nước cây trồng tham khảo (mm/ngày); R_n là bức xạ thực trên bề mặt cây trồng ($MJ/m^2/ngày$); G là mật độ thông lượng nhiệt của đất ($MJ/m^2/ngày$); T là nhiệt độ không khí trung bình ngày ở độ cao 2 m ($^{\circ}C$); u_2 là tốc độ gió ở độ cao 2 m (m/s); e_s là áp suất hơi nước bão hòa (kPa); e_a là áp suất hơi nước thực tế (kPa); Δ là độ dốc của đường cong áp suất hơi nước ($kPa/^{\circ}C$); γ là hằng số ẩm ($kPa/^{\circ}C$) [10–11].

Lượng bốc thoát hơi nước cây trồng (ET_c) được xác định bởi công thức:

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (3)$$

Trong đó K_c là hệ số cây trồng, có giá trị phụ thuộc vào từng loại cây trồng và có trị số thay đổi theo thời kỳ sinh trưởng [10–11].

3. Kết quả và thảo luận

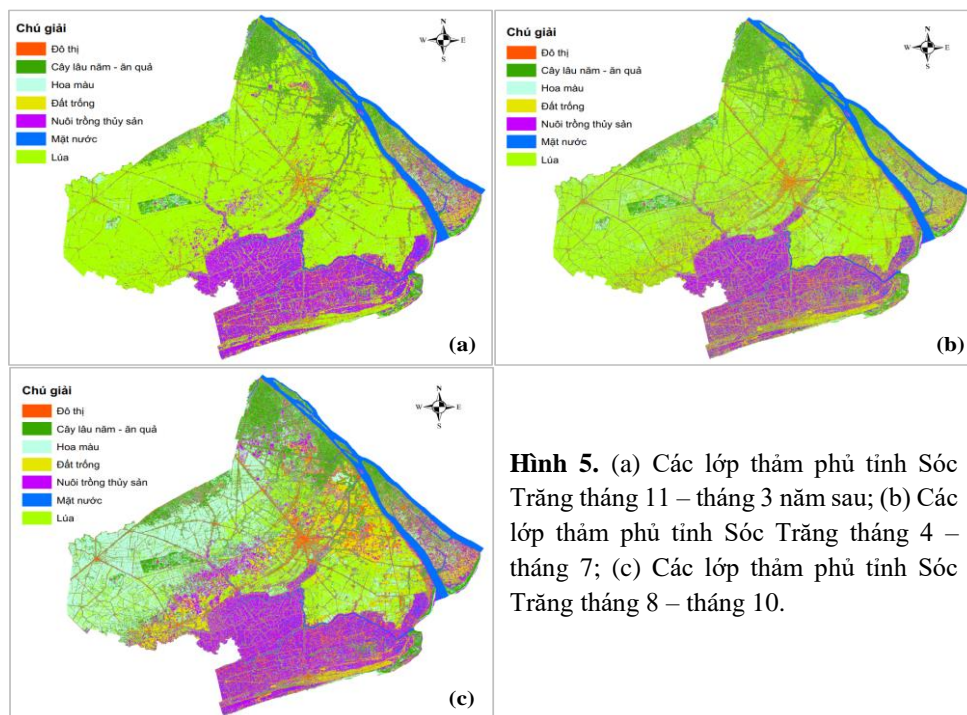
3.1. Bản đồ thảm phủ tỉnh Sóc Trăng

Để đảm bảo đồng nhất về dữ liệu trong quá trình phân loại thảm phủ tỉnh Sóc Trăng năm 2018, các cảnh ảnh vệ tinh được thu thập với phạm vi bao phủ toàn bộ tỉnh và thời điểm thu nhận các cảnh ảnh này gần nhau nhằm đảm bảo không có sai khác nhiều giữa chúng. Các cảnh ảnh có độ che phủ mây dưới 10% được lựa chọn kết hợp trở thành một cảnh ảnh duy nhất để thực hiện nghiên cứu phân loại.



Hình 4. Kết hợp các cảnh ảnh vệ tinh bao phủ tỉnh Sóc Trăng.

Sau quá trình phân loại, 7 nhóm loại hình thảm phủ gồm: lúa, cây lâu năm–ăn quả, hoa màu, đô thị, nuôi trồng thủy sản, mặt nước, đất trống được xác định. Các loại thảm phủ theo từng giai đoạn trong năm 2018 được thể hiện trong các hình 5a–5c.



Hình 5. (a) Các lớp thảm phủ tỉnh Sóc Trăng tháng 11 – tháng 3 năm sau; (b) Các lớp thảm phủ tỉnh Sóc Trăng tháng 4 – tháng 7; (c) Các lớp thảm phủ tỉnh Sóc Trăng tháng 8 – tháng 10.

Lúa vụ Đông Xuân và Hè Thu chiếm diện tích rất lớn so với các loại thảm phủ khác trong cùng giai đoạn và lớn hơn so với diện tích lúa vụ Thu Đông. Diện tích lúa Thu Đông trên địa bàn tỉnh giảm nhiều so với hai vụ còn lại, một số vùng không trồng lúa trở thành đất trống. Các hình 5a–5c đều cho thấy diện tích nuôi trồng thủy sản ở tỉnh Sóc Trăng là rất lớn, do đó đây sẽ là khu vực có tổng lượng bốc hơi nước cao. Sông, kênh trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng chiếm diện tích không nhỏ, vì vậy đây cũng là đối tượng đóng góp nhiều vào lượng bốc hơi nước hàng tháng.

3.2. Lượng bốc thoát hơi nước trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng

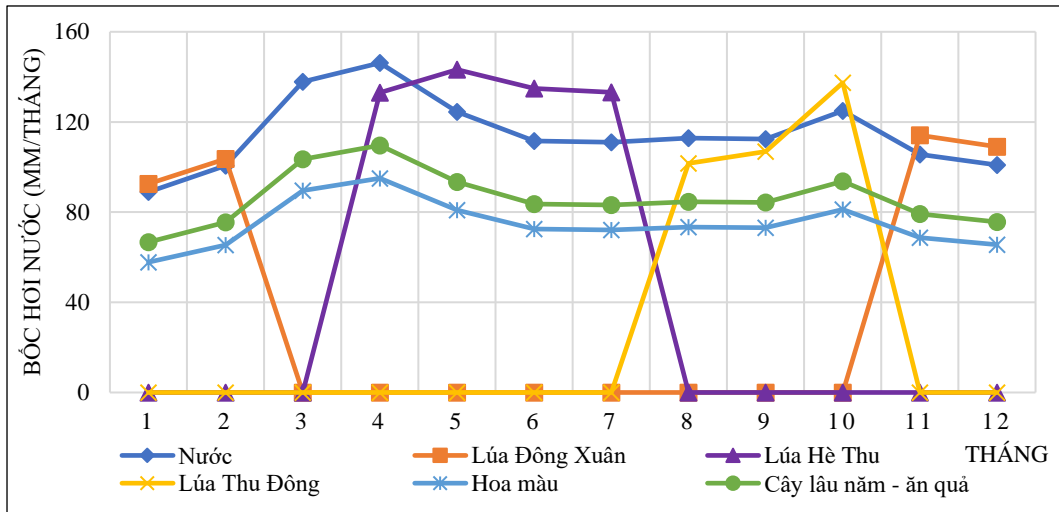
Hình 7 thể hiện kết quả tính toán lượng bốc thoát hơi nước cho các khu vực khác nhau, gồm: vùng mặt nước (nuôi trồng thủy sản, mặt nước), lúa Đông Xuân, lúa Hè Thu, lúa Thu Đông, cây lâu năm–ăn quả, hoa màu. Lượng bốc thoát hơi nước biến động trong khoảng từ 2,8 mm/ngày cho đến 4,8mm/ngày. Thời điểm lượng bốc thoát hơi nước ở mức cao (trên 4 mm/ngày) diễn ra vào thời điểm nhiệt độ trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng đạt mức cao, trong khi đó độ ẩm ở mức rất thấp (tháng 3, tháng 4, tháng 5).

Bảng 1. Kết quả tính toán lượng bốc thoát hơi nước theo tháng trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng.

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ET nước	88.93	100.67	137.90	146.21	124.55	111.51	110.99	112.89	112.49	124.91	105.65	100.93
ET lúa Đông Xuân	92.49	103.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	114.10	109.01
ET lúa Hè Thu	0.00	0.00	0.00	133.05	143.24	134.93	133.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ET lúa Thu Đông	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	101.60	106.87	137.41	0.00	0.00
ET hoa màu	57.81	65.43	89.64	95.03	80.96	72.48	72.14	73.38	73.12	81.19	68.67	65.61
ET cây lâu năm – ăn quả	66.70	75.50	103.43	109.65	93.41	83.63	83.24	84.67	84.37	93.69	79.24	75.70

Lượng bốc thoát hơi nước cây trồng (ET_c) được xác định dựa trên giá trị ET_o , theo đó, mối tương quan theo thời gian được thể hiện khá tương đồng. Với các nhóm cây trồng hoa màu và cây lâu năm–ăn quả, ET_c có giá trị lớn hơn vào các tháng 3, 4, 5. ET_c của nhóm lúa Hè Thu là cao nhất trong số các nhóm cây trồng, đạt trên 4 mm/ngày trong cả vụ. ET_c vụ Thu

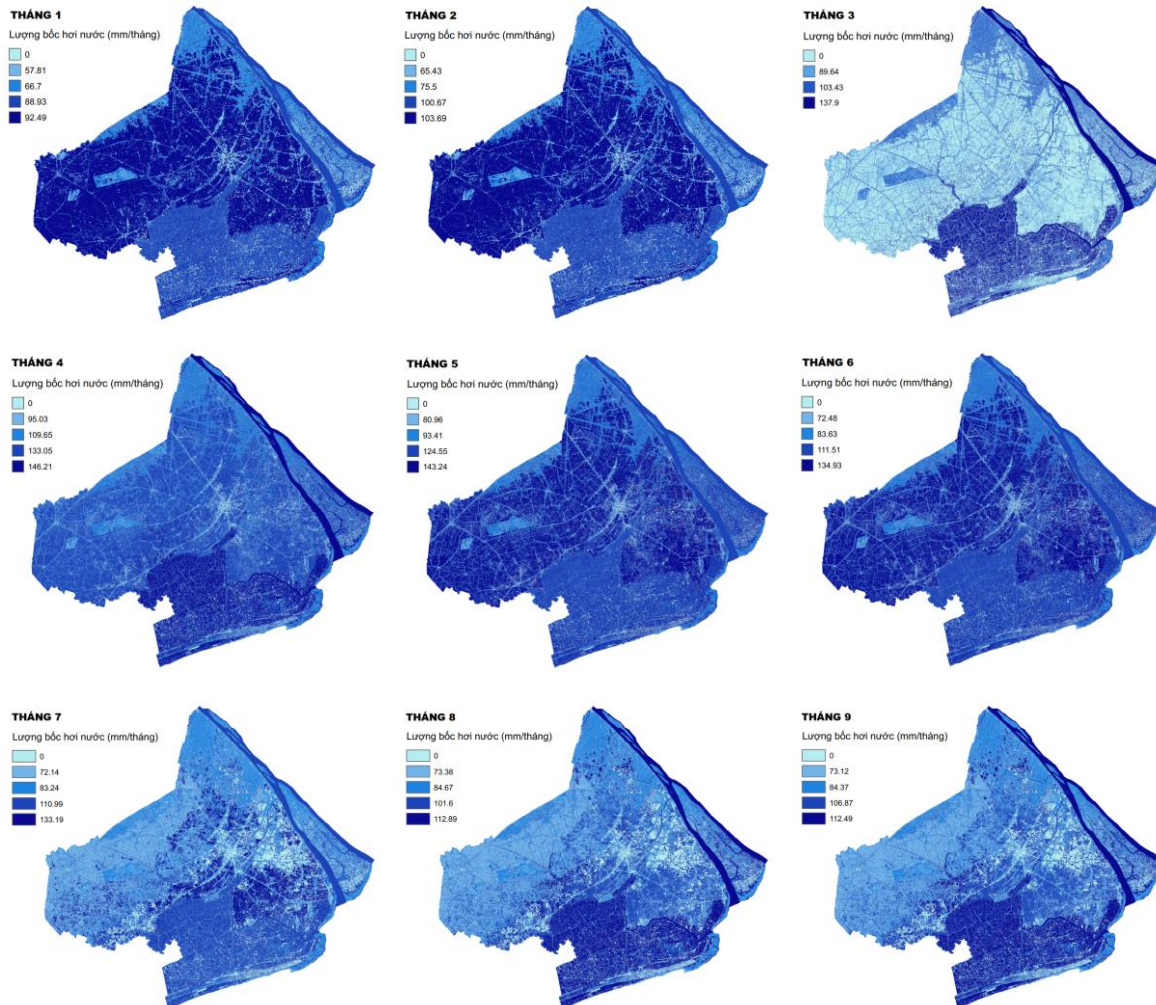
Đông đạt giá trị cao nhất vào tháng 10 đạt 4,5 mm/ngày. Vụ Đông Xuân có giá trị ET_c ở mức thấp hơn các vụ khác (ở mức dưới 4 mm/ngày).

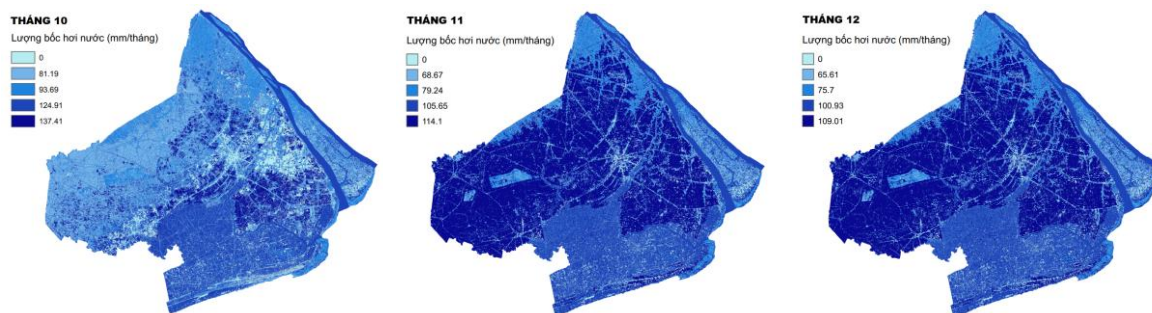


Hình 7. Biểu đồ lượng bốc thoát hơi nước đối với cây trồng theo tháng ở tỉnh Sóc Trăng.

3.3. Bản đồ bốc thoát hơi nước trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng

Lượng bốc thoát hơi nước được gán vào các điểm ảnh tương ứng với từng đối tượng là lúa, cây lâu năm-ăn quả, hoa màu, đô thị, nuôi trồng thủy sản, mặt nước và đất trống trên bản đồ thảm phủ để thành lập bản đồ lượng bốc thoát hơi nước cho toàn tỉnh Sóc Trăng.





Hình 8. Bản đồ lượng bốc thoát hơi nước theo tháng ở tỉnh Sóc Trăng năm 2018.

Biểu đồ lượng bốc thoát hơi nước năm 2018 cho thấy vào các tháng 11, 12, 1, 2, 5, 6, lượng nước bốc hơi chủ yếu từ vùng trồng lúa (phía Bắc, Tây, Đông tỉnh Sóc Trăng, ngoại trừ vùng Cù Lao Dung), đây cũng là các tháng chính của vụ lúa Đông Xuân và Hè Thu (Hình 8). Trong các tháng 3, 4, 8, 9, lượng bốc hơi nước từ mặt nước (gồm vùng nuôi trồng thủy sản và sông, kênh) cao hơn khu vực trồng lúa cũng như các vùng còn lại. Từ tháng 7 đến tháng 10, xuất hiện nhiều vùng có lượng bốc thoát hơi nước rất nhỏ và gần bằng 0 trên bản đồ, đó là những vùng đất trống do không trồng lúa vụ Thu Đông.

4. Kết luận

Lượng bốc thoát hơi nước trong nghiên cứu được tính toán dựa vào bản đồ thảm phủ trên toàn bộ tỉnh Sóc Trăng vào năm 2018. Các đối tượng thảm phủ xác định từ dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel 2 với độ phân giải 10 m, kích thước điểm ảnh nhỏ giúp bản đồ có độ chi tiết cao. Với công nghệ viễn thám và công cụ Google Earth Engine, bản đồ thảm phủ được thành lập nhanh chóng và đạt độ chính xác cao do sử dụng thuật toán lặp lại nhiều lần bước phân loại. Nghiên cứu xác định được phạm vi của các nhóm thực vật gồm: lúa, cây lâu năm—ăn quả, hoa màu cùng với các đối tượng đô thị, nuôi trồng thủy sản, mặt nước, đất trống cho từng giai đoạn trong năm 2018. Lượng bốc thoát hơi nước được tính toán theo từng đối tượng thảm phủ để thành lập nên bản đồ lượng bốc thoát hơi nước trên toàn tỉnh Sóc Trăng và theo từng tháng trong năm. Bản đồ cho thấy lượng bốc thoát hơi của cây lúa trong vụ Đông Xuân và Hè Thu lớn hơn các vùng khác, thời điểm bắt đầu hoặc kết thúc mùa vụ lượng nước bốc thoát hơi từ vùng trồng lúa giảm, thời điểm này lượng nước bốc hơi tập trung ở vùng nuôi trồng thủy sản, sông, kênh. Vụ lúa Thu Đông trên địa bàn Sóc Trăng không phải là vụ chính do đó tổng lượng nước bốc thoát hơi khu vực này không nhiều. Các thông tin từ bản đồ bốc thoát hơi nước là cơ sở để đưa ra các kế hoạch trữ nước cũng như thời vụ sản xuất cho từng nhóm cây trồng trong điều kiện thời tiết đang bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu. Từ tháng 11 đến tháng 2 năm sau và các tháng 4, 5, 6 cần tập trung nước khu vực phía Bắc, Tây, Nam của Sóc Trăng, ngoại trừ huyện Cù Lao Dung; trong điều kiện khí hậu khắc nghiệt do hạn hán, xâm nhập mặn, cần có kế hoạch trữ nước trước các tháng đó. Phương pháp nghiên cứu này có thể áp dụng cho nhiều năm khác bởi số liệu ảnh vệ tinh được thu thập trong một thời gian khá dài và có thể tiếp cận từ nhiều nguồn viễn thám khác nhau.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.A.P., T.V.K., T.M.C., T.T.N., D.H.S.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: T.V.K., T.M.C., T.T.N.; Xử lý số liệu: T.M.C., T.T.N.; Viết bản thảo bài báo: T.V.K., T.M.C., T.T.N.; Chỉnh sửa bài báo: T.V.K., T.A.P., T.M.C., T.T.N.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự hỗ trợ của đề tài “Nghiên cứu, đánh giá tác động tổ hợp của các hoạt động kinh tế – xã hội và hệ thống hồ chứa trên dòng chính sông Mê Công đến vùng bờ biển đồng bằng sông Cửu Long” mã số: ĐTDL.CN–56/21.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Chen, Y.; Xia, J.; Liang, S.; Feng, J.; Fisher, J.B.; Li, X.; ... Yuan, W. Comparison of satellite-based evapotranspiration models over terrestrial ecosystems in China. *Remote Sens. Environ.* **2014**, *140*, 279–293.
2. Jung, M.; Reichstein, M.; Ciais, P.; Seneviratne, S.I.; Sheffield, J.; Goulden, M.L.; ... Zhang, K. Recent decline in the global land evapotranspiration trend due to limited moisture supply. *Nature* **2010**, *467*(7318), 951–954.
3. Tan, L.; Zheng, K.; Zhao, Q.; Wu, Y. Evapotranspiration Estimation Using Remote Sensing Technology Based on a SEBAL Model in the Upper Reaches of the Huaihe River Basin. *Atmosphere* **2021**, *12*(12), 1599.
4. Hadjimitsis, D.G.; Papadavid, G. Remote sensing for determining evapotranspiration and irrigation demand for annual crops. *Remote Sens. Environ: Integr. Approaches* **2013**, 25.
5. Li, C.; Li, Z.; Gao, Z.; Sun, B. Estimation of evapotranspiration in sparse vegetation areas by applying an optimized two-source model. *Remote Sens.* **2021**, *13*(7), 1344.
6. Li, Z.L.; Tang, R.; Wan, Z.; Bi, Y.; Zhou, C.; Tang, B.; ... Zhang, X. A review of current methodologies for regional evapotranspiration estimation from remotely sensed data. *Sensors* **2009**, *9*(05), 3801–3853.
7. Saadi, S.; Boulet, G.; Bahir, M.; Brut, A.; Delogu, É.; Fanise, P.; Simonneaux, V.; Chabaane, Z.L. Assessment of actual evapotranspiration over a semiarid heterogeneous land surface by means of coupled low-resolution remote sensing data with an energy balance model: comparison to extra-large aperture scintillometer measurements. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* **2018**, *22*(4), 2187–2209.
8. Cổng thông tin điện tử tỉnh Sóc Trăng. <https://soctrang.gov.vn/>.
9. Inglada, J.; Arias, M.; Tardy, B.; Hagolle, O.; Valero, S.; Morin, D.; Dedieu, G.; Sepulcre, G.; Bontemps, S.; Defourny, P.; Koetz, B. Assessment of an operational system for crop type map production using high temporal and spatial resolution satellite optical imagery. *Remote Sens.* **2015**, *7*(9), 12356–12379.
10. JICA. Nghiên Cứu Phát Triển Và Quản Lý Tài Nguyên Nước Trên Toàn Quốc Tại nước Cộng hòa Xã hội chủ nghĩa Việt Nam, Báo cáo cuối cùng, 2013.
11. ICEM. Strategic Environmental Impact Assessment for Hydropower on the Mekong Mainstream. Final Report, prepared for the Mekong River Commission, Hanoi, 2010.
Omran, M.G.H.; Engelbrecht, A.P.; Salman, A. Differential Evolution Methods for Unsupervised Image Classification. *IEEE Congr. Evol. Comput.* **2005**, *2*(2), 966–973. <https://doi.org/10.1109/CEC.2005.1554795>.
12. Unsupervised Classification. 2019.
http://gsp.humboldt.edu/OLM/Courses/GSP_216_Online/lesson6-1/unsupervised.html.
13. Chang, Z.; Du, Z.; Zhang, F.; Huang, F.; Chen, J.; Li, W.; Guo, Z. Landslide susceptibility prediction based on remote sensing images and GIS: Comparisons of supervised and unsupervised machine learning models. *Remote Sens.* **2020**, *12*(3), 502.
14. Tuấn, L.A. Giáo trình Hệ thống tưới – tiêu. Viện Nghiên cứu Biến Đổi Khí Hậu – Đại học Cần Thơ, 2009.

Building a high-resolution evaporation map for Soc Trang province from Sentinel remote sensing images

Truong Van Kich¹, Tran Manh Cuong^{2*}, Tran Thuy Nhung², Tran Anh Phuong², Duong Hong Son²

¹ Sub-institute of Hydrometeorology and Climate Change, Institute of Hydrometeorology and Climate Change, Ministry of Natural Resources and Environment; kichsihymete@gmail.com

² Water Resources Institute, Ministry of Natural Resources and Environment; manhcuongkt11@gmail.com; tranthuynhung1990@gmail.com; phuongtran.monre@gmail.com; dhson.monre@gmail.com

Abstract: This study builds a map of evapotranspiration from land cover types in Soc Trang province using remote sensing technology. There are seven different groups of land cover classified based on Sentinel 2 satellite image data and Google Earth Engine technology. From this overlay map, evapotranspiration of the whole province is calculated on a monthly basis for each group (Winter-Spring rice, Summer-Autumn rice, Autumn-Winter rice, cash crops, perennial-fruit trees, aquaculture, water surface). The map shows that evapotranspiration in the winter-spring and summer-autumn rice areas is higher than other areas of the province, especially during the growing period of rice. Aquaculture, water surface areas (rivers, canals) has high amount of evaporation. This evapotranspiration is the basis for adjusting the amount of water for plants, people as well as management units can develop plans to store water and change land use purposes when there is a long-term forecast of drought and saltwater intrusion, that occurs in the area.

Keywords: Evapotranspiration; Remote sensing technology; Map of land cover; Soc Trang.